

(11)特許出願公開番号
特開2001-249285
(P2001-249285A)

(43)公開日 平成13年9月14日(2001.9.14)

(5i) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ページコード [*] (参考)
G 0 2 B 26/08		G 0 2 B 26/08	D 2 H 0 4 1
26/02		26/02	5 C 0 8 0
G 0 9 F 9/30	3 7 0	G 0 9 F 9/30	3 7 0 Z 5 C 0 9 4
G 0 9 G 3/20	6 2 3	G 0 9 G 3/20	6 2 3 L
	6 2 4		6 2 4 B
審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 10 頁) 最終頁に続く			

審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-57678(P2000-57678)

(22) 出願日 平成12年 3 月 2 日 (2000.3.2)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 究明者 關 秀也

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100093388

弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

Fターム(参考) 2H041 A05 AB14 AC06 AC08 AZ05

50080 AA09 BB05 DD01 DD07 DD08

DD22 FF11 JJ02 JJ03 JJ06

50094 A10 A13 B184 E05 E01

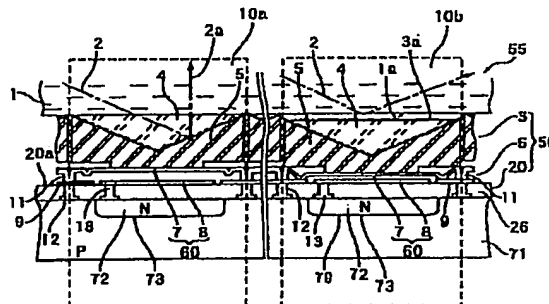
ED11 HA08

(54) 【発明の名称】 スイッチングデバイス、光スイッチングユニットおよび映像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体基板上にスイッチング部を駆動するアクチュエータが構成されたスイッチングデバイスにおいて、コンパクトで、駆動信号を記憶するサンプルホールドを備えたデバイスを提供する。

【解決手段】 半導体基板２０をＰ型基板７１で構成し、下電極８の配置に相当する個所にＮ型のウェル７２をパターンニングする。そして、下電極８を接続電極１３を介してＮ型のウェル７２と接続し、上電極７を接続電極１２を介して接地すると共にＰ型の基板７１と電気的に接続する。下電極８に駆動電圧を印加すると、ウェル７２と基板７１のＰＮ接合部７３に空乏層７９が広がり、サンプルホールド機能を有する容量が形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板と、この半導体基板の表面に構築された駆動用のアクチュエータと、このアクチュエータにより駆動されるスイッチング部とを有するスイッチングデバイスであって、前記アクチュエータに駆動電力を供給する接続線が前記半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部が形成されているスイッチングデバイス。

【請求項2】 請求項1において、前記駆動用のアクチュエータは前記半導体基板の表面に構築された駆動用の電極対が配置された静電アクチュエータであり、前記電極対の各々の電極が前記半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部が形成されているスイッチングデバイス。

【請求項3】 請求項1において、前記スイッチング部は、前記アクチュエータにより入射光をオンする位置とオフする位置に駆動される光スイッチング部であるスイッチングデバイス。

【請求項4】 請求項1において、前記スイッチング部は、前記アクチュエータにより光ガイドの全反射面から漏れ出したエバネセント光を抽出する位置と抽出しない位置に駆動される光スイッチング部であるスイッチングデバイス。

【請求項5】 請求項2において、前記スイッチング部は、前記アクチュエータにより光ガイドの全反射面から漏れ出したエバネセント光を抽出する位置と抽出しない位置に駆動される光スイッチング部であり、前記電極対は、前記光スイッチング部と共に動く第1の電極と、前記半導体基板に固定された第2の電極とを備えており、前記PN接合部は、前記第2の電極が前記半導体基板を覆う領域を囲うように形成されているスイッチングデバイス。

【請求項6】 請求項2において、前記スイッチング部は、前記電極対により前記半導体基板の表面に対しほぼ平行に駆動され、前記電極対は前記スイッチング部と共に動く第1の電極と、前記半導体基板に固定された第2の電極とを備えており、前記PN接合部は、前記第2の電極が前記半導体基板を覆う領域を囲うように形成されているスイッチングデバイス。

【請求項7】 請求項1において、複数の前記アクチュエータが前記半導体基板の表面にアレイ状に配置されており、これらのアクチュエータにより複数の前記スイッチング部がそれぞれ駆動されるスイッチングデバイス。

【請求項8】 請求項7において、前記駆動用のアクチュエータは前記半導体基板の表面に構築された駆動用の電極対が配置された静電アクチュエータであり、前記電極対の各々の電極が前記半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部が形成されているスイッチングデバイス。

【請求項9】 請求項7において、前記スイッチング部

は、前記アクチュエータにより入射光をオンする位置とオフする位置に駆動される光スイッチング部であるスイッチングデバイス。

【請求項10】 請求項7において、前記スイッチング部は、前記アクチュエータにより光ガイドの全反射面から漏れ出したエバネセント光を抽出する位置と抽出しない位置に駆動される光スイッチング部であるスイッチングデバイス。

【請求項11】 請求項8において、前記スイッチング部は、前記アクチュエータにより光ガイドの全反射面から漏れ出したエバネセント光を抽出する位置と抽出しない位置に駆動される光スイッチング部であり、前記電極対は、前記光スイッチング部と共に動く第1の電極と、前記半導体基板に固定された第2の電極とを備えており、前記PN接合部は、前記第2の電極が前記半導体基板を覆う領域を囲うように形成されているスイッチングデバイス。

【請求項12】 請求項8において、前記スイッチング部は、前記電極対により前記半導体基板の表面に対しほぼ平行に駆動され、前記電極対は前記スイッチング部と共に動く第1の電極と、前記半導体基板に固定された第2の電極とを備えており、前記PN接合部は、前記第2の電極が前記半導体基板を覆う領域を囲うように形成されているスイッチングデバイス。

【請求項13】 請求項11に記載のスイッチングデバイスと、前記光ガイドとを有する光スイッチングユニット。

【請求項14】 請求項13に記載の光スイッチングユニットと、この光スイッチングデバイスに対し表示用の光を入出力する手段を有する映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、データプロジェクタ、ビデオプロジェクタなどの映像投射装置あるいは画像表示装置に適した映像表示デバイスなどに用いられるスイッチングデバイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】プロジェクタなどの映像表示装置のライトバルブとして光をオンオフ制御できる映像表示デバイスとしては、液晶を用いたものが知られている。しかしながら、この液晶を用いた映像表示デバイスは、高速応答特性が悪く、たかだか数ミリ秒程度の応答速度でしか動作しない。このため、高速応答を要求されるような高解像度の画像を表示する装置、さらには、光通信、光演算、ホログラムメモリー等の光記録装置、光プリンターは、液晶を用いたスイッチングデバイスで実現するのは難しい。

【0003】そこで、上記のような用途に対応できる高速動作可能なスイッチングデバイスあるいは映像表示デバイスが求められており、ミクロンオーダーあるいはさら

に小さなサブミクロンオーダーの微細構造（マイクロストラクチャ）を備えたスイッチングデバイスの開発が鋭意進められている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】その1つは、マイクロミラーデバイスであり、ミラーをヨークで旋回可能に支持し、ミラーの角度を変えて電氣的または光学的な入力に対応して入射光を変調して出射するようになっている。

【0005】また、反射機能あるいは透過機能を備えた光学素子をアクチュエータで平行に動かして入射光を変調することが可能であり、そのような原理に基づき映像表示デバイスとなるスイッチングデバイス（光スイッチングデバイス）を構成することも可能である。本願出願人が出願中の、光を全反射して伝達可能な導光部の全反射面に対しスイッチング部の抽出面を接触させてエバネセント光を抽出し、光学素子の1波長程度あるいはそれ以下の微小な動きによって、高速度で光を変調制御可能な光スイッチングデバイスも、その1つである。

【0006】図1に、エバネセント光によるスイッチングを行う映像表示デバイス（光スイッチングデバイス）を用いた映像表示装置の一例としてプロジェクタ80の概略を示してある。このプロジェクタ80は、白色光源81と、この白色光源81からの光を3原色に分解して映像表示ユニット（光スイッチングユニット）55の導光板（光ガイド）1に入射させる回転色フィルタ82と、各色の光を変調して出射する映像表示ユニット55と、出射された光85を投映する投写用レンズ86とを備えている。そして、各色毎の変調された光85がスクリーン89に投写され、時間的に混色されることにより多諧調のマルチカラーの画像が出力される。プロジェクタ80は、さらに、映像表示ユニット55および回転色フィルタ82を制御してカラー画像を表示する制御回路84を備えている。画像表示ユニット55は、光ガイド1と以下に詳述する映像表示デバイス（光スイッチングデバイス）50とにより構成されており、この制御回路84からカラー画像を表示するためのデータφなどは映像表示デバイス50に供給される。

【0007】このように、図1に示したプロジェクタ80は、光を全反射しながら伝達する光ガイド1に投影用の光を供給する光源81などと共に光ガイド1から出射された光を投写するレンズ85などを備えた光を入出力する手段と、光ガイド1に供給された投映用の光を変調する映像表示デバイス50とを備えており、映像表示デバイス50により光ガイド1から漏出するエバネセント光を制御して画像が表示される。

【0008】図2に、エバネセント波（エバネセント光）を利用して光を変調する映像表示デバイス（エバネセント光スイッチングデバイス）50の概要を示してある。映像表示デバイス50は複数の光スイッチング素子

（光スイッチング機構）10が2次元に配列されたスイッチングデバイスであり、個々の光スイッチング素子10は、単体では導入された光2を全反射して伝達可能な導光板（光ガイド）1に接近および離反して光を変調可能な光学素子（スイッチング部）3と、この光学素子部3を駆動するアクチュエータ6とを備えている。そして、光学素子3の層およびアクチュエータ6の層がアクチュエータ6を駆動する駆動回路およびデジタル記憶回路（記憶ユニット）が作りこまれた半導体基板20の上に積層され、1つの映像表示デバイスとして集積化されている。

【0009】図2を参照してエバネセント光を利用した本例の映像表示デバイス50についてさらに詳しく説明しておく。個々の光スイッチング素子10をベースに説明すると、図2の左側に示した光スイッチング素子10aはオン状態であり、右側に示した光スイッチング素子10bがオフ状態である。光学素子3は、導波路としての機能を果たす導光板1の面（全反射面）1aに密着する面（接触面または抽出面）3aと、この面3aが全反射面1aに密着したときに漏れ出たエバネセント波を抽出して内部で導光板1に対しほぼ垂直な方向に反射するV字型の反射プリズム（マイクロプリズム）4と、このV字型のプリズム4を支持するサポート構造5とを備えている。

【0010】アクチュエータ6は、光学素子3を静電駆動するタイプであり、そのために、光学素子3のサポート構造5と機械的に連結されて光学素子3と共に動く上電極（第1の電極）7と、この上電極7と対峙した位置で半導体基板20に固定された下電極（第2の電極）8とからなる電極対60を備えている。さらに、上電極7はアンカープレート9から上方に伸びた支柱11により支持されており、上電極7はアンカープレート9を介して半導体基板20の最上面20aに機械的に取付けられていると共に電氣的にも接触している。このような下電極8と上電極7の1対の電極対を備えた静電アクチュエータ6においては、これらの電極7および8の間に空間が形成されている。したがって、たとえば、プレート9を介して上電極7を接地し、下電極8に対し駆動ユニット21から電位あるいは電荷を加える（以降においては高電位）と上電極7が下方に動き、これに連動して光学素子部3が光ガイド1から離れる（第2の位置）。一方、上電極7は弾性部材としての機能を部分的に備えており、下電極8に記憶ユニット21から加えられていた電位あるいは電荷が除去される、あるいは解除される（以降においては低電位）と、下電極8から上電極7が離れ、上電極7の弾性により光学素子部3が導光板1に密着する（第1の位置）。もちろん、電極対60の下電極8を接地し、上電極7に駆動ユニット21から電位あるいは電荷を供給することにより光学素子部3を駆動することもできる。

【0011】図2に示したように、導光板1には光源から照明光2が全反射面1aで全反射する角度で供給されており、その内部の全ての界面、すなわち、光学素子部（光スイッチング部）3に面した側1aと、上方の面（出射面）において光が繰り返し全反射し、導光板1の内部が光線で満たされる。したがって、この状態で巨視的には照明光2は導光板1の内部に閉じ込められ、その中を損失なく伝播している。一方、微視的には、導光板1の全反射している面1aの付近では、導光板1から光の波長程度のごく僅かな距離だけ、照明光2が一度漏出し、進路を変えて再び導光板1の内部に戻るといった現象が起きている。このように面1aから漏出した光を一般にエバネッセント波と呼ぶ。このエバネッセント波は、全反射面1aに光の波長程度またはそれ以下の距離で他の光学部材を接近させることにより取り出すことができる。本例の光スイッチング素子10は、この現象を利用して導光板1を伝達する光を高速で変調、すなわち、スイッチング（オンオフ）することを目的としてデザインされている。

【0012】たとえば、図2の光スイッチング素子10aでは、光学素子3が導光板1の全反射面1aに接触した第1の位置にあるので、光学素子3の面3aによりエバネッセント波を抽出することができる。このため、光学素子3のマイクロプリズム4で抽出した光2は角度が変えられて出射光2aとなる。そして、この出射光2aが図1に示すプロジェクタ80の投映用の光85として利用される。

【0013】一方、光スイッチング素子10bでは、駆動ユニット21により電極対60を構成する電極7および8に、上記と極性の異なる電圧が印加され、これらの電極7および8の間に働く静電力により光学素子3が導光板1から離れた第2の位置に動かされる。したがって、光学素子3によってエバネッセント波は抽出されず、光2は導光板1の内部から出ない。

【0014】エバネッセント波を用いた光スイッチング素子は単独でも光をスイッチングできる装置として機能するが、図2に示したように、これらを1次元あるいは2次元方向、さらには3次元に並べて配置することができる構成になっている。特に、2次元にマトリクスあるいはアレイ状に並べて配置することにより、液晶あるいはDMDと同様に平面的な画像を表示可能な映像デバイスあるいは画像表示ユニット55を提供することができる。そして、エバネッセント光を用いた映像表示デバイス50では、スイッチング部である光学素子3の移動距離がサブミクロンオーダーとなるので、液晶より1桁あるいはそれ以上応答速度の速い光変調装置として利用でき、これを用いた高速動作が可能なプロジェクタ80あるいは直視型の画像表示装置を提供することが可能となる。さらに、エバネッセント光を用いた光スイッチング素子10は、サブミクロンオーダーの動きで光をほぼ100パー

セントオンオフすることが可能であり、非常にコントラストの高い画像を表現することができる。このため、時間的な分解能を高くすることが容易であり、高コントラストの画像表示装置を提供できる。

【0015】さらに、この光スイッチングデバイス50では、駆動回路などが作りこまれた半導体集積基板20にアレイ状に配置されたアクチュエータ6および光学素子3が積層された構成の映像表示デバイス50を1チップで提供することが可能である。すなわち、半導体基板20の上にアクチュエータ6および光学素子3といったマイクロストラクチャが構築されたマイクロマシンあるいは集積化デバイスである映像表示デバイス50と光ガイド1とを組み立てることにより映像表示ユニット55を供給でき、これを組み込むことにより動作速度が速く高解像で、さらに、高コントラストの画像を表示できるプロジェクタを提供できる。

【0016】静電型のアクチュエータ6は、図2の上下1対の電極を備えたものに限定されず、図3に示すように、上電極7および下電極8に加え、これらの間で動く中間電極61を備えた電極対60を設け、この中間電極61に連動して光学素子3が駆動されるような構成のアクチュエータ6を備えた映像表示デバイスも可能である。このエバネッセント光を利用した映像表示デバイス50は、アクチュエータ6の構成が複雑になるが低電圧で駆動できるというメリットを備えている。この3つの電極からなる電極対60を備えたアクチュエータ6を採用した映像表示デバイス50においては、駆動回路21から駆動用の信号を上下の電極7および8のいずれかだけではなく、中間電極61に供給することができるので制御上の相違は若干あるが、静電アクチュエータ6によってスイッチング部である光学素子3を駆動する構成には変わらない。

【0017】さらに、電極対を使用した静電アクチュエータの代わりに、ヒエゾ素子などの他の電気信号により駆動力を供給可能な機構を用いてアクチュエータを構成することも可能でありアクチュエータとしてはいくつかのものが考えられている。したがって、以下、本明細書では、簡単のため上下電極の静電駆動タイプのアクチュエータに基づき説明するが、アクチュエータの構成はこれに限定されるものではない。

【0018】映像表示デバイス50では、図2および図3に示した光スイッチング素子10が1次元あるいは2次元、さらには3次元などのアレイ状に並べて配置される。このため、半導体基板20に構成される駆動ユニット21もこれらのスイッチング素子10と共に図4に示すように2次元にマトリクスあるいはアレイ状に並べて配置される。これらの駆動回路21には、アドレス線ドライバ回路45により、行方向（図4の左右方向）に並んだ光変調ユニットの駆動回路21を並列に接続したアドレス線44を介してアドレス信号φaが列方向（図4

7
の上下方向)に順番に供給される。また、データ線ドライバ回路46により、列方向に並んだ光変調ユニットの駆動回路21を並列に接続したデータ線41を介して、各々の駆動回路21のデータが供給される。そして、データ線41に供給されるデータ信号φdと同期して供給されるアドレス信号φaにより該当する駆動回路21にデータ信号φdがラッチされ、それによってアクチュエータ6が駆動し、スイッチング部である光学素子部3により入射光がオンオフ制御される。

【0019】したがって、駆動回路21には、次のタイミングでデータ信号が供給されるまでの間、供給されたデータ信号φdをホールドしておく記憶素子が必要となる。図5(a)に示した駆動回路21は光スイッチング素子10と並列に挿入された容量22をサンプルホールドとして用いた回路であり、アドレス信号φaによりゲートとなるスイッチング素子23がオンオフ制御され、適当なタイミングで供給されたデータ信号φdが容量22にホールドされる。

【0020】図5(b)に示した駆動回路21は、本願出願人により提案されている2メモリタイプの駆動回路である。この駆動回路21は、いわゆるSRAMの回路形態となるループ接続された1組のインバータ24aおよび24bにより、容量22に加えてもう1つのメモリが構成されている。したがって、アドレス信号φaによりデータ線41aおよび41bから供給されたデータ信号φdはいったんインバータ24aおよび24bにより構成されるメモリにストアされる。その後、フレームの書き換えタイミングなどと同期して供給される面順次信号φsによりスイッチング素子25が動作し、メモリにラッチされていたデータ信号φdがサンプルホールドである容量22と光スイッチング素子10に供給され、データ信号φdにより光スイッチング素子10が駆動される。

【0021】このように2つの記憶素子を設けた駆動回路は画像を表示している間に次の画像のデータをラッチすることが可能であり、画面全体を1クロックで一括して書き換えることが可能となる。したがって、カラーシケンシャル方式によりマルチカラーを表示する画像表示装置においては、光の利用効率が向上するなどの効果が得られ、明るい高解像度の画像を表示することができる。

【0022】いずれのタイプの駆動回路であっても、データ信号φdをラッチするためにサンプルホールド機能を果たす素子あるいは回路が必要であり、最も簡易なサンプルホールドは容量である。上述したエバネセント光を用いた光スイッチング素子10では、電極対60を備えたアクチュエータ6を採用しており、電極あるいは配線の寄生容量をサンプルホールド用の容量として用いることも可能である。しかしながら、サンプルホールドとして十分な容量を確保することは難しい。また、液晶を

用いた画像表示デバイスと同様に配線あるいは電極面積を広げてサンプルホールドとして十分な容量を確保することも可能であるが、それらの占有面積が広くなりすぎて好ましくない。すなわち、エバネセント光を用いた光スイッチング素子は、上述したように半導体基板の上にアクチュエータおよび光学素子を積層したコンパクトなマイクロマシンとして提供できるにもかかわらず、電極あるいは配線の面積をサンプルホールドとして十分な容量が確保できるように設計するとサイズの制限となり好ましくない。

【0023】そこで、本発明においては、上記のような半導体基板上にアクチュエータが構成されるスイッチングデバイスにおいて、サンプルホールドとなる容量を、よりコンパクトに組み込むことができるスイッチングデバイスを提供することを目的としている。

【0024】

【課題を解決するための手段】このため、本発明においては、上記のスイッチングデバイスが半導体基板上に構築されることに着目し、半導体基板自体にサンプルホールドとして機能するPN接合を作り込むようにしている。すなわち、本発明のスイッチングデバイスは、半導体基板と、この半導体基板の表面に構築された駆動用のアクチュエータと、このアクチュエータにより駆動されるスイッチング部とを有するスイッチングデバイスであって、アクチュエータに駆動電力を供給する接続線が半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部が形成されていることを特徴としている。半導体基板に逆バイアスとなるPN接合部を形成することによりPN接合部が容量として機能し、サンプルホールドとなる。したがって、電極あるいは配線をサンプルホールドとしての容量を確保するために配置する必要がなくなり、そのために個々のスイッチング素子が占有する面積が増加するのを防止できる。

【0025】さらに、本発明に係るスイッチングデバイスに用いられる半導体基板は、アクチュエータを駆動するための回路が作り込まれたIC基板である。このため、PN接合部を構成するための異なる導電体領域を上部構造であるアクチュエータのレイアウトに一致させるようにパターンニングするだけで、PN接合部をIC回路を製造する過程で容易に作り込むことができる。したがって、スペース効率よく、低コストでサンプルホールドとなる機構を半導体基板に作り込むことができる。

【0026】半導体基板上に構成されるアクチュエータが電力で駆動されるのであれば、すべてのタイプに対し本発明を適用できる。駆動用のアクチュエータが半導体基板の表面に構築された駆動用の電極対が配置された静電アクチュエータであれば、電極対の各々の電極が半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部を形成すればよい。

【0027】また、スイッチング部はマイクロバルブな

どアクチュエータにより駆動されるすべてのものが対し本発明を適用できる。本発明のデバイスは、特に、PN接合部がサンプルホールドとして機能するので、一定の時間、スイッチング部の状態を保持することを要求されるデバイスに適している。すなわち、本発明は、スイッチング部が、アクチュエータにより入射光をオンする位置とオフする位置に駆動される光スイッチング部を備え、映像表示あるいは、光通信、光演算、ホログラムメモリ等の光記録装置に用いられる、光スイッチングデバイスに適している。このような光スイッチングデバイスとしては、上述した、アクチュエータにより光ガイドの全反射面から漏れ出したエバネセント光を抽出する位置と抽出しない位置に駆動される光スイッチング部がある。

【0028】アクチュエータの電極対が光スイッチング部と共に動く第1の電極と、半導体基板に固定された第2の電極とを備えている場合、PN接合部は、第2の電極が半導体基板を覆う領域を囲うようにパターンニングすることが可能であり、スイッチングデバイスのレイアウトに沿ってPN接合部の面積を大きく確保できる。エバネセント光を利用したスイッチングデバイスに限らず、スイッチング部が電極対により半導体基板の表面に対しほぼ平行に駆動され、電極対がスイッチング部と共に動く第1の電極と、半導体基板に固定された第2の電極とを備えているスイッチングデバイスも同様にPN接合部を配置できる。

【0029】本発明のスイッチングデバイスはアクチュエータおよびスイッチング部が単独で半導体基板上に配置されたデバイスであっても良いが、複数のアクチュエータが半導体基板の表面にアレイ状に配置されており、これらのアクチュエータにより複数のスイッチング部がそれぞれ駆動されるスイッチングデバイスをIC基板を用いて構成することが可能である。これにより、2次元あるいは3次元などの画像を表示するデバイス、さらには、光通信、光演算、ホログラムメモリ等の光記録装置に用いられるデバイスなどを提供できる。エバネセント光を使用したスイッチングデバイスであれば、光ガイドと組み合わせることにより光スイッチングユニットとして提供でき、さらに、光スイッチングデバイスに対し表示用の光を入出力する手段と組み合わせることによりプロジェクタなどの映像表示装置を実現できる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照して本発明をさらに説明する。図6に、本発明に係るエバネセント波（エバネセント光）を利用して光を変調する映像表示デバイス（エバネセント光スイッチングデバイス）50の概要を示してある。本例のスイッチングデバイス50は、先に図2に基づき説明した光スイッチングデバイスと同様にエバネセント光を抽出可能な光スイッチング素子10が2次元に配列されたスイッチングデバイスであ

り、半導体基板20の上に、アクチュエータ6の層および光沢素子部3の層が積層された構成である。また、個々の光スイッチング素子10を構成する光学素子部3およびアクチュエータ6の構成は変わらないので、これらの詳しい説明は省略する。

【0031】本例のスイッチングデバイス50の半導体基板20は、P型基板71にN型の不純物が導入されたN型のウェル72が下電極8のレイアウトに合わせてパターンニングされており、さらに、それらの表面に酸化シリコンまたは窒化シリコンなどの保護層26が形成されている。アクチュエータ6を構成する電極対60のうち、上電極7は支柱11、アンカープレート9および接続電極12を介してP型基板71に電気的に接続されており、P型基板あるいは接続電極12を介して接地された状態となっている。一方、下電極8は、接続電極13を介してN型ウェル72に電気的に接続されており、このウェル72の内部、あるいは他の領域に配置されたCMOSによる駆動回路21により駆動信号が供給されるようになっている。

【0032】したがって、本例のスイッチングデバイス50においては、スイッチング素子10bに示すように、下電極8に駆動回路21から高電位が印加されると、スイッチング部である光学素子部3は半導体基板20の側に駆動されてオフになると共に、N型のウェル72はP型基板71に対し逆バイアス電圧が印加された状態となる。このため、ウェル72とP型基板71の境界領域（PN接合領域）73には空乏層79が形成され容量として機能する。したがって、本例のスイッチングデバイス50は、図5（a）または（b）に示したサンプルホールドとして機能する容量22が半導体基板20に作り込まれている。

【0033】一方、スイッチング素子10aに示した状態は、下電極8に低電位（接地電位）が印加されて光学素子3が光ガイド1に接した状態となり、上電極7のばね弾性によって保持される。このため、本例のスイッチングデバイス50は、駆動信号がいったん供給されると、その状態が記憶され、その次のタイミングで異なった駆動信号が供給されるまでスイッチングの状態が保持される。

【0034】図7に示したスイッチングデバイス50は本発明の異なる例であり、このスイッチングデバイス50の半導体基板20では、N型基板74の表面にアンカープレート9の配置に合わせてP型の拡散層75がパターンニングされている。そして、アクチュエータ6を構成する電極対60のうち、上電極7は支柱11、アンカープレート9および接続電極12を介してP型の拡散層75と電気的に接続され、下電極8は接続電極13を介してN型の基板74と電気的に接続されている。また、接続電極12は接地され、接続電極13には駆動回路21からの駆動信号が供給されるようにアレンジされてい

る。

【0035】したがって、本例のスイッチングデバイス50においても、スイッチング素子10bにおいて高電位が駆動回路21から接続電極13に供給されると、P拡散層75とN型基板74の境界領域73に空乏層79が形成され、サンプルホールドとなる容量22として機能する。

【0036】図8に示したスイッチングデバイス50は、本発明に係るさらに異なる例であり、先に図3を参照して説明したスイッチングデバイスに対応する例である。このスイッチングデバイス50は、アクチュエータ6を構成する電極対60として、上電極7および下電極8に加え、これらの間で駆動される中間電極61を備えている。このようなアクチュエータ6を駆動する制御方法はいくつかあるが、以下では、上電極7に高電位のバイアス電圧を印加し、下電極8を低電位（接地）すると共に、中間電極61に高電位および低電位（接地電位）を供給することによりアクチュエータ6を駆動する方法を例に説明する。

【0037】本例のスイッチングデバイス50の半導体基板20は、N型基板74が採用されており、下電極8の配置に対応する位置にP型の拡散層78がパターンニングされている。また、上電極7の配置に対応する位置には、P型のウェル76と、その中に位置するN型の拡散層77がパターンニングされている。そして、上電極7は接続電極12を介してN型の拡散層77と電気的に接続されており、下電極8は接続電極13を介してP型の拡散層78と電気的に接続されている。また、中間電極61は接続電極14を介してN型の基板74と接続され、さらに、接続電極14を介して駆動回路21から駆動信号が供給されるようになっている。

【0038】まず、スイッチング素子10aの状態では、中間電極61に対し下電極8と同様の接地電位が供給される。この結果、中間電極61は静電力により上電極7の側に駆動される。このとき、N型基板74とP型ウェル76は順電圧となるのに対し、P型ウェル76とN型の拡散層77は逆バイアスとなり、これらの境界のPN接合部73に空乏層79が広がる。したがって、この空乏層79がサンプルホールドとして機能する容量22となる。

【0039】スイッチング素子10bの状態では、中間電極61に上電極7と同様の高電位が供給される。この結果、中間電極61は静電力により下電極8の側に駆動される。このとき、N型基板74とP型の拡散層78は逆バイアスとなり、これらの境界のPN接合部73に空乏層79が広がる。したがって、この空乏層79がサンプルホールドとして機能する容量22となる。このように、駆動用の電極対60として中間電極61を備えたスイッチングデバイスであってもPN接合部によりサンプルホールドとして機能する容量を半導体基板20に作り

込むことができる。

【0040】これらの例に示したように、アクチュエータ6の電極対60を構成する電極が電気的に接続する半導体基板の領域に適当な導電型の拡散層あるいはウェルを形成することにより、電極が各々接続する半導体領域の間で、電極のペアに対し電気的に並列に接続され、駆動電圧に対し逆バイアスとなるPN接合部73を作り込むことができる。したがって、本例のスイッチングデバイス50においては駆動電圧を印加するとPN接合部73に空乏層79が広がり、サンプルホールドとしての機能を果たす容量が形成され、駆動電圧を所定の期間保持することができる。半導体基板上に適当な不純物をドーピングしてP型あるいはN型の拡散層を形成することはCMOS-IC基板を形成する工程では通常に行われることであり、本例の半導体基板20においても図6ないし図8には図示していないが駆動回路21を作り込むための必須のプロセスである。したがって、サンプルホールドとして機能するPN接合部73を半導体基板20に作り込むことは容易であり、そのために工数が増加することはほとんどなく、たとえ増加するとしても半導体基板を製造する工程としては通常の範囲に収まるものである。さらに、駆動回路21を構成するためのCMOS回路が配置されるウェルを有効に活用して電極間にPN接合部を配置することも可能であり、このようなパターンニングを採用すれば工数およびコストを増加することなくサンプルホールドを半導体基板に作り込むことができる。

【0041】さらに、PN接合部によりサンプルホールドとして機能する容量を半導体基板に作り込むと、同等の容量を確保するために新たに配線面積を広げたり、電極面積を広げる必要がない。したがって、半導体基板上における各々のスイッチング素子10の占有面積を最小限にすることが可能となり、高密度のスイッチングデバイスを提供することができる。そして、図1に示したように、本例のスイッチングデバイス50を光ガイド1と組み合わせることによりコンパクトな光スイッチングユニット55を提供することが可能となる。さらに、この光スイッチングユニット55をプロジェクタ80などの画像表示装置に組み込むことにより、いっそうコンパクトで画質の良い画像を表示可能な画像表示装置を提供できる。

【0042】また、拡散層あるいはウェルをパターンニングするときに、それらの面積や深さを制御することにより、サンプルホールドとして利用できる容量を簡単に制御することができる。駆動信号を長時間保持するためにはサンプルホールドとして利用できる容量が大きいことが望ましく、そのためにはウェルあるいは拡散層の面積を大きく確保できることが望ましい。上記の示したような電極対をアクチュエータの駆動機構として採用し、スイッチング部として光学素子部3を上下あるいは第1および第2の位置に動かすスイッチングデバイスにおいて

は、一方の電極がスイッチング部と連動して動き、他方の電極が半導体基板20に固定される。また、これらの電極対により所定の駆動力(静電力)を得るためには所定の電極面積が要求される。したがって、半導体基板20に固定された側の電極配置に沿って拡散層をパターンニングすることにより、電極とほぼ同レベルの面積の拡散層を半導体基板上に形成することが可能となる。このため、簡単に、占有面積を増やさずにサンプルホールドとして機能する大きな容量を確保することができる。

【0043】なお、上記では、上電極を接地した例、あるいは中間電極に駆動電圧を供給して駆動する例に基づき本発明を説明しているが、半導体基板に固定される下電極を接地したり、中間電極にバイアス電圧を印加して上電極および下電極で駆動することも可能である。これらに場合でも、適当な導電型の半導体基板を選択し、接続電極が接する半導体基板の表面に適当な導電型の拡散層を形成することにより上記と同様に駆動電圧に対し逆バイアスとなるPN接合部を形成することが可能である。

【0044】さらに、本例ではスイッチング部として光学素子部を備えた光スイッチングデバイスを例に説明しているが、半導体基板上にアクチュエータと他の機能、たとえばマイクロバルブなどの機能を果たすスイッチング部を搭載したスイッチングデバイスあるいはマイクロマシンに対しても本発明を適用することができる。また、アクチュエータも、本例の電極対を採用し静電力を利用したものに限らず、ヒエゾ素子あるいはその他の圧電素子などを用いてスイッチング部を駆動するタイプであっても良い。ヒエゾ素子を用いたアクチュエータであれば、ヒエゾ素子に電圧を印加する出力用の接続電極間にPN接合部をパターンニングすることにより上記の例と同様にサンプルホールドする機能を持たせることができる。

【0045】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明のスイッチングデバイスは半導体基板と、この半導体基板の表面に構築された駆動用のアクチュエータと、このアクチュエータにより駆動されるスイッチング部とを有するスイッチングデバイスであって、アクチュエータに駆動電力を供給する接続線が半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部を形成するようにしている。このため、本発明のスイッチングデバイスにおいては、PN接合部に生ずる空乏層が駆動信号を保持するサンプルホールドとして機能させることができ、半導体基板内にコンパクトにサンプルホールド機能を作り込むことができる。したがって、本発明により、画素毎に映像信号などを記憶する機能を備えたコンパクトで動作速度の速いスイッチングデバイスを提供することが可能となり、高解像度の画像を表示する装

置、光通信、光演算、ホログラムメモリ等の光記録装置、さらには、光プリンターなどに好適なスイッチングデバイスを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】エバネセント光を利用した映像表示デバイスを用いたプロジェクタの概要を示す図である。

【図2】エバネセント光を利用した映像表示デバイス(スイッチングデバイス)の概要を示す図である。

【図3】エバネセント光を利用したスイッチングデバイスの異なる例を示す図である。

【図4】図2あるいは図3に示す映像表示デバイスのスイッチング素子を駆動する駆動回路がアレイ状に配置されている状態を示す図である。

【図5】図4に示す駆動回路の一例であり、図5(a)は1つのメモリを備えた駆動回路の例であり、図5(b)は2つのメモリを備えた駆動回路の例である。

【図6】本発明の実施の形態に係る光スイッチングデバイスの概略を示す図である。

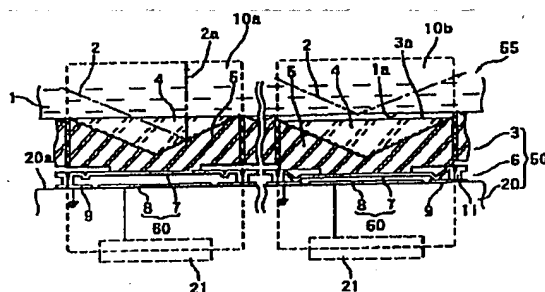
【図7】本発明の実施の形態に係る、上記と異なる光スイッチングデバイスの概要を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態に係る、さらに異なる光スイッチングデバイスの概要を示す図である。

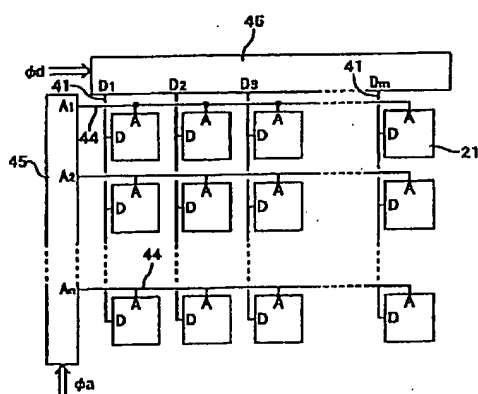
【符号の説明】

- 1 導光板(光ガイド)
- 2 照明光
- 3 光学素子
- 4 マイクロプリズム
- 5 V型のサポート構造
- 6 アクチュエータ
- 7 上電極およびばね構造
- 8 下電極
- 9 アンカー
- 10 光スイッチング素子
- 11 ポスト(支柱)
- 12、13、14 接続用の電極(接続線)
- 20 半導体基板
- 21 駆動回路
- 22 サンプルホールド素子(容量)
- 50 映像表示デバイス
- 55 映像表示ユニット
- 60 電極対
- 61 中間電極
- 71 P型基板
- 72、77 N型拡散層
- 73 PN接合部
- 74 N型基板
- 75、76、77 P型拡散層
- 79 空乏層
- 80 プロジェクタ

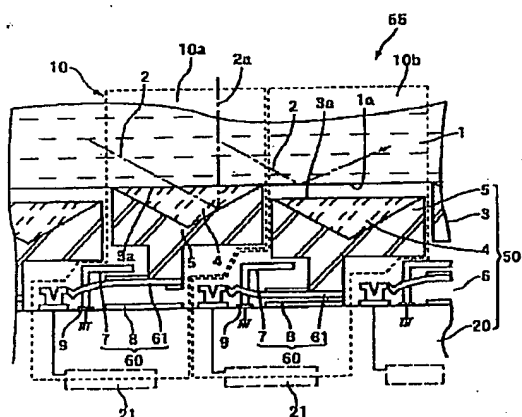
【图2】



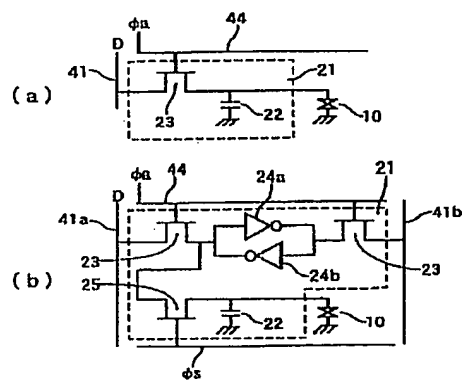
【図4】



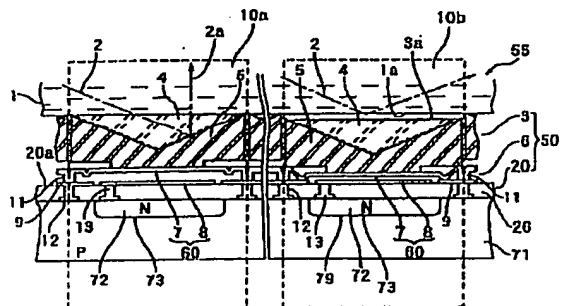
【図3】



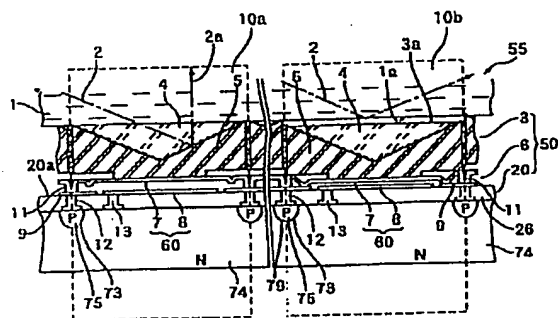
【图5】



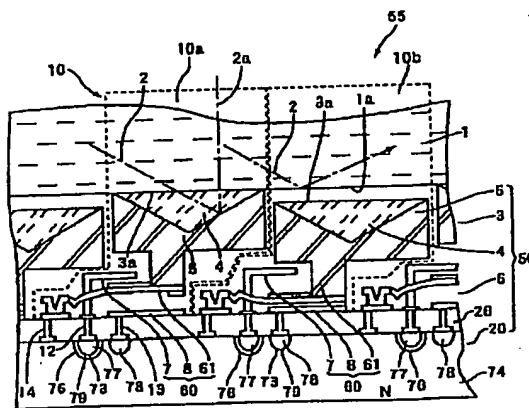
【図6】



【图7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

G O 9 G 3/34

識別記号

FI

G 0 9 G 3/34

テーマコード' (参考)

$$\mathcal{Z}$$